

DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2024.03.007

引用格式: 杨调, 陈世文, 卓灿, 等. 创伤性脊柱骨折患者术后下肢深静脉血栓形成的危险因素分析[J]. 巴楚医学, 2024, 7(3): 34-40.

创伤性脊柱骨折患者术后下肢深静脉血栓形成的危险因素分析

杨调¹ 陈世文¹ 卓灿¹ 刘正强¹ 周振宇² 陈海丹¹

(1. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]脊柱外科, 湖北宜昌 443003; 2. 宁夏医科大学骨科, 宁夏银川 750004)

摘要: **目的:** 分析创伤性脊柱骨折患者术后下肢深静脉血栓形成(DVT)的独立危险因素。**方法:** 回顾性分析2021年9月—2024年2月于宜昌市中心人民医院行创伤性脊柱骨折手术治疗的205例患者的临床资料。根据术后1周内下肢静脉超声检查结果,将患者分为DVT组($n=55$)和非DVT组($n=150$),采用单因素及多因素Logistic回归分析术后DVT发病的危险因素。**结果:** 术后DVT的总发生率为26.83%(55/205),其中3例为近端血栓,52例为远端血栓。多因素Logistic回归分析显示,年龄增加($OR=1.120, 95\%CI: 1.061, 1.183$),D-二聚体升高($OR=1.347, 95\%CI: 1.112, 1.633$),卧床时间延长($OR=1.313, 95\%CI: 1.137, 1.516$),低蛋白血症($OR=14.380, 95\%CI: 3.957, 52.263$),输血($OR=5.707, 95\%CI: 1.828, 17.820$)是创伤性脊柱骨折患者术后DVT的独立危险因素(均 $P<0.001$)。受试者工作特征(ROC)曲线分析结果显示,年龄增加、D-二聚体升高、卧床时间延长、低蛋白血症及输血的曲线下面积(AUC)值分别为0.734、0.884、0.822、0.777、0.760。通过约登指数确定术后D-二聚体、年龄、卧床时间的诊断截断值分别为3.185 mg/L、47.5岁、12.5天。**结论:** 创伤性脊柱骨折术后DVT发生率高,年龄 >47.5 岁、D-二聚体 >3.185 mg/L、卧床时间 >12.5 天、低蛋白血症及输血是创伤性脊柱骨折患者术后发生DVT的独立危险因素。

关键词: 脊柱骨折; 深静脉血栓形成; 危险因素; D-二聚体

中图分类号: R683.2

文献标志码: A

文章编号: 2096-6113(2024)03-0034-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of Risk Factors for Postoperative Deep Vein Thrombosis in Patients with Traumatic Spinal Fractures

Yang Diao¹ Chen Shiwen¹ Zhuo Can¹ Liu Zhengqiang¹ Zhou Zhenyu² Chen Haidan¹

(1. Department of Spinal Surgery, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 2. Department of Orthopedics, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China)

Abstract Objective: To analyze the independent risk factors for the development of deep venous thrombosis (DVT) in the lower extremities of patients after traumatic spinal fracture surgery. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 205 patients who underwent traumatic spinal fracture surgery in Yichang Central People's Hospital from September 2021 to February 2024. Based on the results of lower

基金项目: 国家自然科学基金项目(No: 81302346); 湖北省自然科学基金项目(No: 2024AFD130)

作者简介: 杨调, 男, 苗族, 硕士在读, 医师, 主要从事脊柱骨折和肿瘤疾病的诊疗和研究。E-mail: 1041492367@qq.com

通信作者: 陈海丹, 男, 博士, 主任医师, 主要从事脊柱脊髓损伤等疾病的诊疗和研究。E-mail: wenquanchd@sina.com

extremity venous ultrasound examination within 1 week after surgery, the patients were divided into the DVT group ($n=55$) and the non-DVT group ($n=150$). Univariate and multivariate Logistic regression analyses were used to identify the risk factors for the development of postoperative DVT. **Results:** The overall incidence of postoperative DVT was 26.83% (55/205), including 3 cases of proximal thrombosis and 52 cases of distal thrombosis. Multivariate Logistic regression analysis showed that increased age ($OR=1.120$, 95% CI : 1.061, 1.183), elevated D-dimer ($OR=1.347$, 95% CI : 1.112, 1.633), prolonged bed rest ($OR=1.313$, 95% CI : 1.137, 1.516), hypoproteinemia ($OR=14.380$, 95% CI : 3.957, 52.263), and blood transfusion ($OR=5.707$, 95% CI : 1.828, 17.820) were independent risk factors for the development of postoperative DVT in patients with traumatic spinal fractures (all $P < 0.001$). Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis showed that the area under the curve (AUC) values for increased age, elevated D-dimer, prolonged bed rest, hypoproteinemia, and blood transfusion were 0.734, 0.884, 0.822, 0.777, and 0.760, respectively. The diagnostic cutoff values for postoperative D-dimer, age, and bed rest were determined using the Youden index, which were 3.185 mg/L, 47.5 years, and 12.5 days. **Conclusion:** The incidence of DVT after traumatic spinal fracture surgery is high, and age >47.5 years, D-dimer >3.185 mg/L, bed rest >12.5 days, hypoproteinemia, and blood transfusion are independent risk factors for the development of DVT in patients with traumatic spinal fractures surgery.

Keywords spinal fracture; deep vein thrombosis (DVT); risk factors; D-dimer

创伤性脊柱骨折是指交通事故、高处坠落、重物砸伤等高能量损伤导致的脊柱骨折。此类患者通常需要手术治疗且长期卧床制动,术后并发下肢深静脉血栓形成(deep venous thrombosis, DVT)的风险较大^[1]。一旦患者发生下肢疼痛、肿胀,甚至呼吸困难、胸痛等症状时,往往提示有 DVT。严重者可能发生肺栓塞(pulmonary embolism, PE),危及患者生命^[2]。目前,临床预防髌部骨折、骨盆骨折、全膝关节置换、全髋关节置换围术期发生下肢 DVT 危险因素的研究较多^[3]。但关于创伤性脊柱骨折围术期下肢 DVT 的危险因素及预防措施的研究尚显不足。我们认识到,由于高能量损伤所带来的特殊挑战,如长期绝对卧床制动、创伤应激、脊髓损伤及合并的多处骨折等因素,使得这类患者相较于下肢创伤骨折或关节置换的患者,更易面临 DVT 的独立危险因素。

目前,尚缺乏针对创伤性脊柱骨折患者预防 DVT 的明确指南。因此,我们常需参考骨科大手术预防血栓的指南来指导实践^[4]。部分学者已尝试采用机械或药物手段对脊柱骨折患者进行 DVT 的预防,并取得了一定的疗效。然而,这些预防措施尚未能达到理想的预防状态,仍需要我们进一步深入研究和探索^[5]。发现创伤性脊柱骨折患者术后下肢 DVT 的危险因素,采取相应预防措施,降低 DVT 的发病率,对于改善脊柱骨折患者的预后具有重要意义。为此,我们对创伤性脊柱骨折患者术后下肢深静脉血栓的危险因素展开研究,并探讨不同危险因素的诊断价值,为诊疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2021 年 9 月—2024 年 2 月在宜昌市中心人民医院行创伤性脊柱骨折手术的 225 例患者,排除术前发生 DVT 的 20 例患者。所有患者入院后均行双下肢静脉彩超检查,根据术后 1 周内复查的双下肢静脉彩超的结果,将患者分为 DVT 组($n=55$)和非 DVT 组($n=150$)。本研究已通过我院伦理委员会审批(No:2023-204-01)。

纳入标准:①术前检查无 DVT;②高能量损伤(高处坠落伤、交通事故、重物砸伤)导致的脊柱骨折患者;③需行手术治疗的患者;④无血友病、出凝血异常、下肢静脉曲张的患者;⑤入院后行抗凝治疗。

排除标准:①合并其他部位骨折;②陈旧性脊柱骨折 >4 周;③骨质疏松性或病理性脊柱骨折;④持续抗凝治疗患者,凝血功能异常;⑤术前诊断为 DVT;⑥既往静脉血栓栓塞病史者;⑦病历资料、影像学资料不全患者。

1.2 研究方法

患者入院后常规应用 Caprini 静脉血栓形成风险评估量表评估下肢 DVT 风险,对于下肢 DVT 高风险患者,在排除蛛网膜下腔出血、下肢皮肤破损、出血倾向、凝血功能异常等禁忌证后,全部患者均采用低分子量肝素预防(达肝素钠,5 000 U,1 次/天,皮下注射,南京健友公司,中国)和机械预防方法(间歇式气动加压装置,1 次/天,一次 30 分钟)预防 DVT 直

至术后下床活动。术前 12 h 及术后 24 h 停止注射低分子量肝素。

我们将 DVT 分为两种类型:近端 DVT(位于腘静脉或其近端)和远端 DVT(位于腘静脉远端)。将腘静脉近端及远端同时存在血栓定义为近端 DVT。非 DVT 患者每日一次皮下注射低分子量肝素 5 000 U 及机械预防;DVT 患者,行每日两次,5 000 U/次,皮下注射低分子量肝素,并停止机械预防,抗凝禁忌证或近端血栓必要时使用下腔静脉滤器,请血管外科会诊协助指导治疗,制定个体治疗方案,预防 PE 的发生。

1.3 评价指标

收集患者一般临床资料、围手术期指标及实验室相关指标,一般临床资料包括年龄、性别、并发症、下肢肌力、骨折部位;围手术期指标包括骨折到手术的时间、卧床时间、手术时间、出血量、输血;实验室相关指标包括术后第一天 D-二聚体、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、血红蛋白(hemoglobin, HGB)、中性粒细胞(neutrophil, NEUT)、血小板(platelet count, PLT)、红细胞分布宽度(red cell volume distribution width, RDW)、纤维蛋白原血浆(fibrinogen, FIB)、凝血酶时间(thrombin time, TT)、活化部分凝血酶原激酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、低蛋白血症(指血清总蛋白低于 60 g/L 或血清白蛋白水平低于 35 g/L)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 进行数据统计分析。由于所有连续变量数据均不符合正态性和方差齐性的标准,以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;分类变量采用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用卡方检验。将单因素分析有统计学意义的指标纳入进行多因素 Logistic 回归分析探讨创伤性脊柱骨折患者下肢 DVT 的独立危险因素。应用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)、ROC 曲线下面积(area under curve, AUC)分析评价各危险因素的诊断价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的一般临床资料对比

205 例创伤性脊柱骨折患者术后 DVT 的发生率为 26.83%(55/205),3 例(1.46%)为近端血栓,52 例为远端血栓(25.37%)。

两组患者在性别、糖尿病、吸烟、骨折部位的差异

无统计学意义(均 $P > 0.05$)。DVT 组患者年龄及高血压、冠心病、脊髓损伤、下肢关键肌群肌力 < 3 级的发生率高于非 DVT 组(均 $P < 0.05$),DVT 组患者的卧床时间、手术时间、手术出血量及输血发生率均高于非 DVT 组(均 $P < 0.05$),术后第一天两组患者 D-二聚体、CRP、HGB、NEUT、PLT、RDW、PT、低蛋白血症有明显差异(均 $P < 0.05$),见表 1。

2.2 患者术后发生 DVT 的多因素 Logistic 分析

将单因素中有统计学意义的因素:年龄、高血压、冠心病、脊髓损伤、下肢肌力 < 3 级、卧床时间、手术时间、手术出血量、输血、术后第一天 D-二聚体、CRP、HGB、NEUT、PLT、RDW、PT 及低蛋白血症纳入多因素分析。将上述变量作为自变量进行多因素 Logistic 分析。其连续变量包括年龄、卧床时间、手术时间、出血量、术后第一天 D-二聚体、CRP、HGB、NEUT、PLT、RDW 及 PT 等;分类变量包括:下肢关键肌群肌力(赋值:1 表示下肢肌力 < 3 级,0 表示下肢肌力 ≥ 3 级)、高血压、冠心病、脊髓损伤、输血、低蛋白血症(赋值:1=有,0=无)。

结果如表 2 所示:年龄增加($OR = 1.120, 95\% CI: 1.061, 1.183$)、术后第一天 D-二聚体升高($OR = 1.347, 95\% CI: 1.112, 1.633$)、卧床时间延长($OR = 1.313, 95\% CI: 1.137, 1.516$)、低蛋白血症($OR = 14.380, 95\% CI: 3.957, 52.263$)及输血($OR = 5.707, 95\% CI: 1.828, 17.820$)均是创伤性脊柱骨折患者术后发生 DVT 的独立危险因素(均 $P < 0.05$),见表 2。

2.3 ROC 曲线分析

采用 ROC 曲线分析不同危险因素对术后 DVT 的预测价值,见图 1。年龄增加、D-二聚体升高、卧床时间延长、低蛋白血症、输血的 AUC 值分别为 0.734、0.884、0.822、0.777、0.760。通过约登指数确定术后 D-二聚体的诊断截断值为 3.185 mg/L,其敏感度为 85.5%,特异度为 80%。年龄、卧床时间的截断值分别为 47.5 岁、12.5 天,见表 3。

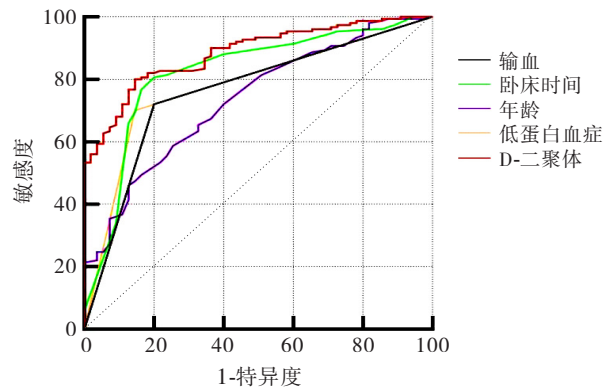


图 1 不同危险因素的 ROC 曲线

表 1 两组患者的一般临床资料比较[M(P₂₅,P₇₅),n(%)]

项目	DVT组(n=55)	非DVT(n=150)	Z/χ ²	P
年龄(岁)	58.00(52.00,64.00)	50.00(39.50,57.00)	-5.127	<0.001
男性	46(83.64)	113(75.33)	2.023	0.364
高血压	14(25.45)	15(10.00)	7.914	0.005
冠心病	17(30.91)	6(4.00)	29.225	<0.001
糖尿病	5(9.09)	14(9.33)	0.003	0.958
吸烟	20(36.36)	42(28.00)	1.334	0.248
脊髓损伤	37(67.27)	36(24.00)	32.865	<0.001
下肢肌力(<3级)	30(54.55)	30(20.00)	23.199	<0.001
颈椎骨折	12(21.82)	47(31.33)		
胸椎骨折	9(16.36)	36(24.00)		
腰椎骨折	17(30.91)	45(30.00)		
骨折部位			11.443	0.076
颈、胸椎骨折	2(3.64)	3(2.00)		
颈、腰椎骨折	2(3.64)	0(0.00)		
颈、胸、腰椎骨折	1(1.81)	1(0.67)		
胸、腰椎骨折	12(21.82)	18(12.00)		
骨折到手术的时间(d)	5(2,10)	5(3,8)	-0.356	0.721
卧床时间(d)	15(14,18)	8(7,10)	-7.164	<0.001
手术时间(min)	275(190,360)	200(60,400)	-4.668	<0.001
手术出血量(mL)	500(300,850)	200(60,400)	-4.991	<0.001
输血	44(80.00)	42(28.00)	44.686	<0.001
D-Dimer (mg/L)	5.95(3.54,10.36)	1.85(0.83,2.83)	-8.421	<0.001
CRP (mg/L)	25.56(10.12,53.40)	16.05(5.46,27.75)	-3.052	0.002
HGB (g/L)	117.00(106.00,134.00)	126.00(117.50,138.00)	-2.562	0.010
NEUT(×10 ⁹ /L)	8.67(5.13,12.64)	6.17(4.76,9.61)	-2.564	0.010
PLT(×10 ⁹ /L)	157.00(109.00,213.00)	185.50(141.75,238.25)	-2.467	0.014
RDW (%)	12.90(12.70,13.50)	12.70(12.18,13.40)	-2.316	0.021
FIB (g/L)	3.88(2.99,4.74)	3.34(2.75,4.28)	-2.134	0.330
TT (s)	16.50(15.30,17.60)	17.00(16.28,17.60)	-1.912	0.056
APTT (s)	36.00(33.50,37.80)	35.30(32.78,37.55)	-0.741	0.459
PT (s)	13.70(31.10,14.50)	13.10(12.50,13.60)	-3.917	<0.001
低蛋白血症	47(85.45)	45(30.00)	50.028	<0.001

注:DVT:深静脉血栓形成;D-Dimer:D-二聚体;CRP:C-反应蛋白;HGB:血红蛋白;NEUT:中性粒细胞计数;PLT:血小板;RDW:红细胞分布宽度;FIB:纤维蛋白原;TT:凝血酶时间;APTT:活化部分凝血酶原激酶时间;PT:凝血酶原时间

表 2 患者术后发生 DVT 的多因素 Logistic 分析

变量	β	SE	Wald	OR	95%CI	P
年龄(岁)	0.113	0.028	16.739	1.120	1.061~1.183	<0.001
D-Dimer(mg/L)	0.297	0.098	9.239	1.347	1.112~1.633	0.002
卧床时间(d)	0.272	0.073	13.741	1.313	1.137~1.516	<0.001
低蛋白血症	2.666	0.658	16.394	14.380	3.957~52.263	<0.001
输血	1.742	0.581	13.741	5.707	1.828~17.820	0.003

注:D-Dimer:D-二聚体

表 3 不同危险因素 ROC 曲线分析

变量	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	AUC	SE	95%CI	P
年龄(岁)	47.500	87.32	46.13	0.734	0.038	0.660~0.808	<0.001
D-Dimer(mg/L)	3.185	85.50	80.00	0.884	0.023	0.839~0.929	<0.001
卧床时间(d)	12.500	80.01	80.72	0.822	0.035	0.753~0.890	<0.001
低蛋白血症	—	85.50	70.11	0.777	0.036	0.707~0.847	<0.001
输血	—	80.02	72.01	0.760	0.038	0.686~0.834	<0.001

注: D-Dimer: D-二聚体

3 讨论

下肢 DVT 是创伤性脊柱骨折患者术后常见并发症, 血栓一旦脱落可能发生致死性的肺栓塞, 所以如何预测、早期发现并预防 DVT 是当前脊柱外科医生关注的焦点。本研究对 205 例创伤性脊柱骨折患者行手术治疗的临床资料进行分析, 通过单因素及多因素 Logistic 分析, 结果发现术后第一天 D-二聚体 > 3.185 mg/L、年龄 > 47.5 岁、卧床时间 > 12.5 天、输血、低蛋白血症是创伤性脊柱骨折患者术后下肢 DVT 的独立危险因素。

本研究发现术后下肢 DVT 发生率为 26.9%, 3 例(1.5%) 为近端血栓, 52 例为远端血栓(25.4%), 近端血栓均放置下腔滤器, 无患者发生 PE。我们研究的对象均应用低分子量肝素预防 DVT, 无患者发生硬膜外血肿, Wang 等^[6] 研究在低分子量肝素预防下脊柱骨折术后也并未发生硬膜外血肿, 说明低分子量肝素在排除禁忌证后, 创伤性脊柱骨折患者使用低分子量肝素是安全有效的。

血管弹性和管壁随着年龄的增加功能逐渐退化, 创伤性脊柱骨折会使血管受损, 高龄患者因卧床制动、血管弹性减弱及血管内皮功能降低导致血流缓慢, 同时高龄患者身体的各项器官功能衰退, 常常合并一系列基础疾病使血管内膜抗凝抗炎能力减弱, 发生 DVT 的概率增加^[7]。Wang 等^[6] 研究发现, 高龄是胸腰椎骨折患者术后下肢 DVT 的危险因素, 年龄每增加 1 岁, DVT 的发生率增加 5%。柴巍浩等^[8] 研究发现, 年龄 ≥ 60 岁是脊柱术后下肢 DVT 的危险因素, 高龄患者心功能较差, 心搏出量减少, 并且纤维蛋白活性增加、纤维蛋白溶解活性降低和血小板聚集增加, 更易导致 DVT。但是 Bengoa 等^[9] 研究认为, 年龄与 DVT 并无关系。本研究发现, DVT 组患者的中位年龄为 58 岁, 非 DVT 组的中位年龄 50 岁, 年龄是独立危险因素, 年龄每增加 1 岁, 脊柱骨折术后发生 DVT 的风险增加 12%。对于高龄创伤性脊柱骨折

患者, 应积极采取相应预防 DVT 措施, 尽快完善术前准备, 尽早手术治疗, 术后患者应在安全情况下尽早下地活动, 减少术后 DVT 的发生。

卧床时间延长, 活动量减少, 下肢肌肉泵功能降低, 下肢静脉血液回流减少, 血液瘀滞, 容易形成高凝状态, 更容易导致 DVT^[10]。王海莹等^[11] 研究发现, 卧床时间增加是高能量胸腰椎骨折患者术后下肢 DVT 的危险因素。脊柱骨折相比其他骨折具有特殊性, 脊柱骨折后脊柱缺乏稳定性, 使患者从入院开始到术后长期卧床制动。部分脊柱骨折患者合并脊髓损伤, 运动神经功能受限, 影响交感神经对心脏的控制, 使心肌收缩力降低, 下肢血流减少, 导致血液高凝; 另外, 因下肢肌力降低, 尤其是瘫痪患者甚至无肌力, 比单纯下肢骨折卧床时间更长, 血液更容易瘀滞, 因此下肢 DVT 的发生率更高。对于行脊柱内固定装置的患者, 在保证脊柱稳定及手术切口安全的情况下, 应尽早在脊柱固定支具辅助下下地活动, 早期进行康复锻炼, 减少 DVT 的发生。

低白蛋白血症被认为是创伤患者营养不良的标志, 人血清白蛋白可以抵抗自由基, 防止毛细血管黏附, 减少血小板聚集, 发挥抗血栓形成的作用。低蛋白血症患者的血浆渗透压下降, 血液黏稠度增高, 血液高凝, DVT 的风险增高^[12]。Ma 等^[13] 研究表明, 脊柱骨折后白蛋白水平低的患者发生 DVT 的概率是白蛋白水平正常患者的 2.08 倍。傲然·马合沙提等^[14] 研究表明, 脊柱骨折后白蛋白低的患者发生 DVT 的概率是正常患者的 2.5 倍。一旦我们发现患者合并有低蛋白血症, 我们应及时输注白蛋白, 加强患者营养, 纠正低蛋白血症, 降低 DVT 的发生率。输血增加了血液中红细胞的数量, 输入的库存血温度低使血液粘度增加, 促进了血小板和红细胞的聚集, 导致血液的高凝状态, 促进了 DVT 的发生^[15]。Lin 等^[16] 回顾性分析输血与静脉血栓栓塞的风险发现, 输血会增加血栓栓塞症的发生风险, 输血组患者发生 DVT 的风险是非输血组的 1.99 倍。多项研究发

现^[17-18],胸腰椎骨折术后、颈椎骨折合并脊髓损伤术后、下肢骨折术后输血会增加下肢DVT的发生率,输血是骨折术后DVT的独立危险因素,这与本研究结果相符。高能量导致的脊柱骨折手术创伤大、失血量多,术中往往会进行输血纠正患者贫血。因此,若没有严重失血,尽量不输血治疗;若失血过多导致血容量不足,甚至休克等其他并发症,考虑利弊后,给予输血治疗。

二聚体主要为纤维蛋白单体通过活化因子交联后经纤溶酶水解而生成的特异性降解产物,其能较好提示人体是否处于高凝状态并发纤溶亢进等情况^[19]。血液指标中D-二聚体是DVT诊断的重要指标,具有很高的阴性预测值及敏感性,但其特异性较低,因为D-二聚体在术后、感染、癌症、创伤等情况下也会升高^[20]。尽管D-二聚体受到许多因素的影响,但它仍然被认为是静脉血栓栓塞事件的最有效指标^[21]。外科手术会使D-二聚体水平应激性升高,患者出现下肢DVT时D-二聚体变化更明显^[22]。傲然·马合沙提等^[14]研究表明,D-二聚体增高是骨科手术患者术后下肢DVT的危险因素。Matsumoto等^[23]报道,脊柱术后第3天D-二聚体升高预测DVT的敏感性和特异性分别为72.7%和76.5%,D-二聚体的截断水平为5.82 μg/mL。Lv等^[17]研究表明,颈椎骨折合并脊髓损伤患者,入院时DVT的发生率高达21.71%,下肢肌力下降、受伤至入院时间长和D-二聚体升高是DVT的危险因素,D-二聚体在这些危险因素中具有最高的诊断价值。Jiao等^[24]回顾性分析488例脊柱骨折行手术治疗的患者,发现D-二聚体、纤维蛋白原和纤维蛋白原降解产物可作为脊柱骨折患者发生DVT的联合预测模型指标,ROC曲线下面积为0.88,具有较好的预测价值。本研究发现术后第一天D-二聚体的预测价值最高(AUC=0.884),截断值为3.185 mg/L,敏感性为85.5%,特异性为80%。本研究中,只纳入了术后第一天D-二聚体,术后第一天手术的刺激、创伤、炎性介质的释放^[25]、麻醉、术中出血及术后补液等因素^[26-31],都有可能引起D-二聚体的升高,这些因素可能掩盖了D-二聚体在DVT诊断中的特异性,未来我们可多次测量术后D-二聚体,如:测术后1、3、5、7天的D-二聚体。本研究D-二聚体截断值为3.185 mg/L,并不是特别高,可能与我们研究的患者围术期皮下注射了低分子量肝素有关联。

局限性分析:本回顾性研究纳入样本量有限,部分患者因数据缺失被排除,故无法排除选择偏倚。D-二聚体是纳入术后第一天的数据,手术、麻醉等因

素可能会影响D-二聚体,未多次测术后D-二聚体。未来需大样本、多中心、前瞻性研究为临床提供更可靠的参考。综上所述,创伤性脊柱骨折患者术后DVT发生率高,年龄>47.5岁、D-二聚体>3.185 mg/L、卧床时间>12.5天、低蛋白血症及输血是创伤性脊柱骨折患者术后发生DVT的独立危险因素。当出现以上危险因素时,临床医生需引起警惕,做好相应防治措施。

参考文献:

- [1] Manga S J, Ben Haj Younes A, Dioum M, et al. Deep venous thrombosis of lower limbs: prevalence, risk factors and treatment in semi-urban areas in Senegal[J]. *Open J Intern Med*, 2021, 11(4): 194-200.
- [2] Wei B, Zhou H J, Liu G L, et al. Risk factors for venous thromboembolism in patients with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Spinal Cord Med*, 2023, 46(2): 181-193.
- [3] Jones A, Al-Horani R A. Venous thromboembolism prophylaxis in major orthopedic surgeries and factor XIa inhibitors[J]. *Med Sci (Basel)*, 2023, 11(3): 49.
- [4] 中华医学会骨科学分会. 中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南[J]. *中华骨科杂志*, 2009, 29(6): 602-604.
- [5] 虞鑫, 刘伟, 张豪伟. 脊髓损伤术后深静脉血栓形成的相关因素分析[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(2): 140-143.
- [6] Wang H Y, Pei H L, Ding W Y, et al. Risk factors of postoperative deep vein thrombosis (DVT) under low molecular weight heparin (LMWH) prophylaxis in patients with thoracolumbar fractures caused by high-energy injuries[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2021, 51(2): 397-404.
- [7] Navarrete S, Solar C, Tapia R, et al. Pathophysiology of deep vein thrombosis[J]. *Clin Exp Med*, 2023, 23(3): 645-654.
- [8] 柴巍浩, 李忠伟, 哈力·哈布力汗, 等. 脊柱术后深静脉血栓形成的危险因素分析[J]. *实用骨科杂志*, 2021, 27(6): 488-491.
- [9] Bengoa F, Vicencio G, Schweitzer D, et al. High prevalence of deep vein thrombosis in elderly hip fracture patients with delayed hospital admission[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2020, 46(4): 913-917.
- [10] Zhang B F, Wei X, Huang H, et al. Deep vein thrombosis in bilateral lower extremities after hip fracture: a retrospective study of 463 patients[J]. *Clin Interv Aging*, 2018, 13: 681-689.

- [11] 王海莹, 张子朋, 吕冰. 高能量胸腰椎骨折围手术期下肢深静脉血栓形成的危险因素分析[J]. 中医正骨, 2022, 34(2): 24-30.
- [12] Kunutsor S K, Seidu S, Katechia D T, et al. Inverse association between serum albumin and future risk of venous thromboembolism: interrelationship with high sensitivity C-reactive protein[J]. *Ann Med*, 2018, 50(3): 240-248.
- [13] Ma J T, Du P, Qin J, et al. Incidence and risk factors predicting deep venous thrombosis of lower extremity following spinal fractures[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 2441.
- [14] 傲然·马合沙提, 杨毅, 哈力·哈布力汗, 等. 脊柱骨折术前下肢深静脉血栓发生率极其危险因素分析[J]. 中国骨伤, 2022, 35(8): 717-723.
- [15] Jiang T, Song K, Yao Y, et al. Perioperative allogenic blood transfusion increases the incidence of postoperative deep vein thrombosis in total knee and hip arthroplasty[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 235.
- [16] Lin S Y, Chang Y L, Yeh H C, et al. Blood transfusion and risk of venous thromboembolism: a population-based cohort study[J]. *Thromb Haemost*, 2020, 120(1): 156-167.
- [17] Lv B, Wang H Y, Li W F, et al. Admission prevalence and risk factors of deep vein thrombosis in patients with spinal cord injury complicated with cervical fractures[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2022, 28: 1076029 6221108969.
- [18] Lv B, Wang H Y, Zhang Z P, et al. Nomogram for predicting postoperative deep vein thrombosis in patients with spinal fractures caused by high-energy injuries[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2024, 144(1): 171-177.
- [19] Ramli N N, Iberahim S, Mohd Noor N H, et al. Haemostasis and inflammatory parameters as potential diagnostic biomarkers for VTE in trauma-immobilized patients[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(1): 150.
- [20] 吕涛, 贾玉庆, 张金龙. D-二聚体在创伤严重性评估中的价值[J]. 中国实验诊断学, 2021, 25(3): 409-410.
- [21] Jiao Y, Mu X H. Coagulation parameters correlate to venous thromboembolism occurrence during the perioperative period in patients with spinal fractures[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 928.
- [22] Guo L S, Wang L N, Xiao J B, et al. Association between anesthesia technique and complications after hip surgery in the elderly population[J]. *World J Clin Cases*, 2022, 10(9): 2721-2732.
- [23] Matsumoto S, Suda K, Iimoto S, et al. Prospective study of deep vein thrombosis in patients with spinal cord injury not receiving anticoagulant therapy[J]. *Spinal Cord*, 2015, 53(4): 306-309.
- [24] Jiao Y, Mu X H. Coagulation parameters correlate to venous thromboembolism occurrence during the perioperative period in patients with spinal fractures[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 928.
- [25] 杜壮文, 欧阳帆, 王恩梁, 等. 老年创伤性骨折患者围术期凝血水平在预测深静脉血栓形成中的价值[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(1): 67-70.
- [26] Miura I, Kubota M, Momozaki N, et al. Prevalence and screening of deep vein thrombosis in patients with osteoporotic vertebral fracture[J]. *Turk Neurosurg*, 2021, 31(5): 745-750.
- [27] 张冠楠, 肖华. 血栓弹力图联合血浆D-二聚体对术后下肢深静脉血栓形成的预测效能[J]. 疾病监测与控制, 2023, 17(5): 363-366.
- [28] 彭建忠, 董海丹, 罗晓军. D-二聚体 hs-CRP 联合 Wells 评分早期诊断 VTE 的临床价值[J]. 安徽医学, 2022, 43(2): 182-185.
- [29] 代明胜, 朱晓慧. D-二聚体水平在下肢深静脉血栓形成治疗中的监测价值研究[J]. 吉林医学, 2021, 42(1): 192-194.
- [30] 杨春霞. D-二聚体检测及临床应用研究[J]. 医学信息, 2023, 36(12): 189-192.
- [31] Chen Z N, Xie L L, Xu J, et al. Changes in alkaline phosphatase, calcium, C-reactive protein, D-dimer, phosphorus and hemoglobin in elderly osteoporotic hip fracture patients[J]. *Ann Palliat Med*, 2021, 10(2): 1079-1088.

[收稿日期 2024-06-09]